

油滴の蒸発特性に関する研究

——第1報 単一油滴の蒸発過程の基礎的検討——

西川 和人*・末次 秀雄**

Study on the Evaporation Characteristics
of a Fuel Droplet(Part 1: Basic Examination on the Vaporization
Process of a Fuel Droplet)

Kazuto NISHIKAWA, Hideo SUETSUGU

The evaporation processes of a single fuel droplet were studied numerically as a part of the fundamental study of a diesel engine.

The calculations were carried out for the single droplet in circumferential gas with natural convection

The calculated values were in good agreement with the results of Kadota's experiment.

1. まえがき

ディーゼル機関では燃料噴射ノズルからの高圧噴射により生じた噴霧すなわち液体燃料微粒子群は高温高压空気により加熱され、蒸発する。蒸発した燃料蒸気は空気と拡散混合し高温可燃混合気となる。この可燃混合気は一部で急激な化学反応を起こし、自発着火し残余の燃料噴霧を拡散火炎的に燃焼させる。

このような燃焼室内で起こる複雑な現象を解明するために、燃料油滴の蒸発過程を知る必要があり、これらの基礎的な資料を得るため、本研究では単一油滴の蒸発特性についてパーソナル・コンピュータによる数値計算を行い解析した。

油滴の蒸発に関する理論的研究としては小林⁽¹⁾、Godsav⁽²⁾、Wise⁽³⁾、Hottle⁽⁴⁾、小竹・岡崎⁽⁵⁾、角田・広安⁽⁶⁾らの報告があるが、これらの報告では、対流の影響を無視して計算されている。

実際の油滴の蒸発燃焼においては、自然対流または強制対流のいずれか、あるいは両方が存在する。した

がって本研究では油滴周囲の自然対流を考慮し、蒸発の準定常および定常領域の両方を対象として、高温高压下の気体中における単一油滴の蒸発特性について純粋燃料である *n*-ヘプタンを対象として数値計算を行った。

なおこの計算では気液界面移動及び物質移動の境界層の厚さに及ぼす影響などを考慮して計算を行っている。

また、熱及び物質伝達に関する式を導くために、次の前提条件を置いた。

- 1) 使用燃料は純粋燃料の単一油滴で、油滴は真球であり、その内部における温度は一様である。
- 2) 油滴蒸気の拡散は、濃度差のみによるものとする。
- 3) 油滴直径の初期値を一定にして、それにおける非定常および定常状態の蒸発特性を考える。
- 4) 導入される物性値には妥当と思われる平均値を用いる。
- 5) 圧力は全過程を通じて一定である。

使用した記号、添字を以下に示す。

*機械工学科助手

**機械工学科助教授

1989年5月31日受付

記号	
C_p : 定圧比熱	kcal/kgK
D : 直径	m
D_v : 拡散係数	m ² /s
h : 熱伝達率	kcal/m ² sK
K : 蒸発速度定数	mm ² /s
k : 物質伝達率	kg/m ² s
L : 蒸発潜熱	kcal/kg
M : 分子量	
m : 質量	kg
N_u : ヌセルト数	
P : 圧力	atg
p : 蒸気圧	atm, mmHg
P_c : 臨界圧力	kg/m ²
P_r : プラントル数	
R : ガス定数	kgm/kgK
r : 半径	m
Sc : シュミット数	
Sh : シャウツド数	
T : 温度	K
t : 時間	s
T_c : 臨界温度	K
T_r : 対臨界温度	K
W : 物質伝達量	kg/s
x : モル濃度	
y : 重量濃度	
β : 体積膨張率	1/K
δ_M : 濃度境界層厚さ	m
δ_T : 温度境界層厚さ	m
ε : 放射率	
λ : 熱伝導率	kcal/msK
μ : 粘度	kg/sm
ν : 動粘性係数	m ² /s
ξ_M : 物質伝達による物質伝達率の修正係数	
ξ_T : 物質伝達による物質伝達率の修正係数	
ρ : 密度	kg/m ³

添 字

- 0 : 気液界面
 1 : 境界層 (平均値)
 2 : 雰囲気
 ℓ : 油滴
 A : 蒸発物質 (n-ヘプタン)
 B : 周囲気体 (窒素)

* : 物質伝達率の大きい場合

2. 理論式

2.1 蒸発式

油滴の蒸発量は次の式のように表される。

$$W_A = y_A(W_A + W_B) - \pi D_i^2 \rho D_v dy_A / dr \quad \dots\dots\dots(1)$$

式(1)を油滴表面に適用し、その点における濃度勾配を境界面における濃度と主流における濃度の差、及び物質伝達率で表すと次式が得られる。

$$W_A = - \frac{dm}{dt} = - \pi D_i^2 k^* \frac{y_{A0} - y_{A2}}{1 - (1 + \xi)y_{A0}} \\ = - 4\pi r_i^2 \left(\rho_i \frac{dr_i}{dt} + \frac{r_i}{3} \frac{d\rho_i}{dt} \right) \quad \dots\dots\dots(2)$$

$$W_B = \rho_i(1 - y_{A0}) \frac{dr_i}{dt} 4\pi r_i^2 \quad \dots\dots\dots(3)$$

ここで、 ξ はA成分とB成分の流量比を表すものとするれば表面の移動がない時は

$$\xi = \frac{W_B}{W_A} = - \frac{p_i(1 - y_{A0})}{\rho_i + \frac{r_i}{3} \frac{d\rho_i}{dt}} \bigg/ \frac{dr_i}{dt} \quad \dots\dots\dots(4)$$

k^* は物質伝達が大きいときの物質伝達率で次のように表す。

$$k^* = \xi_M \rho_i D_v S_h / D_i \quad \dots\dots\dots(5)$$

物質伝達による物質伝達率の修正係数 ξ_M は次式で示される。

$$\xi_M = \frac{1 - (1 + \xi)y_{A0}}{(1 + \xi)(y_{A0} - y_{A2})} \frac{S_h + 2(\omega_M - 1)}{S_h \omega_M} \\ \times \ln \left\{ \frac{1 - (1 + \xi)y_{A2}}{1 - (1 + \xi)y_{A0}} \right\} \quad \dots\dots\dots(6)$$

$$\omega_M = \delta_M^* / \delta_M \quad \dots\dots\dots(6-1)$$

シャウツド数 S_h は、自然対流として次式を用いた。

$$S_h = 2 + 0.6 G_r^{1/4} S_c^{1/3} \quad \dots\dots\dots(7)$$

また重量濃度 y_{A0} は次式によって求める。

$$y_{A0} = \frac{x_{A0} M_A}{x_{A0} M_A + (1 - x_{A0}) M_B} \quad \dots\dots\dots(8)$$

モル濃度 x_{A0} は $x_{A0} = P_{0A} / P_t$ で与えられる。

2.2 熱平衡式

油滴に伝わる熱量は次式で表される。

$$Q_d^* = \pi D_i^2 h^* (T_2 - T_i) \quad \dots\dots\dots(9)$$

油滴における熱バランスの式は次のように表される。

$$\pi D_i^2 h^* (T_2 - T_i) + \\ \frac{4.88}{3600} \pi D_i^2 \varepsilon \left\{ \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_i}{100} \right)^4 \right\} \\ = m C_{p\ell} \frac{dT_i}{dt} - L \frac{dm}{dt} \quad \dots\dots\dots(10)$$

左辺の第一項は対流による伝熱量を表し、 h^* は蒸発

している油滴に対する熱伝達率であり、物質伝達によって影響を受ける量である。

これを物質伝達が存在せず熱伝達のみが生じている系に対する熱伝達率 h^* を用いて表すと

$$h^* = \xi_T h \quad \dots\dots\dots (11)$$

ここで ξ_T は物質伝達による熱伝達率の修正係数であり次式で示される。

$$\xi_T = \frac{1}{4\pi r^2 h} \times \frac{W_A(C_{PA} + \zeta C_{PB})}{\exp\left\{\frac{W_A(C_{PA} + \zeta C_{PB})}{4\pi r^2 h} \frac{N_u \omega_T}{N_u + 2(\omega_T - 1)}\right\} - 1} \quad \dots\dots\dots (12)$$

尚、式(6)の ω_M 及び上式 ω_T はそれぞれ物質伝達時の濃度境界層厚さ δ_M 、温度境界層厚さ δ_T の修正係数で広安、角田氏の実験⁽⁶⁾により、修正しなくても現象は説明されることが判っているため、 $\omega_M = \omega_T = 1$ として計算した。

h はヌセルト数 N_u と次式で関係づけられる。

$$h = \frac{\lambda_l N_u}{D_t} \quad \dots\dots\dots (13)$$

N_u はシャウツド数と同様に自然対流における式を用いた。

$$N_u = 2 + 0.6 G_r^{1/4} P_r^{1/3} \quad \dots\dots\dots (14)$$

式(10)の左辺第二項は壁から放射伝熱量であり、放射率 $\varepsilon = 0.49$ とした。

右辺第一項は油滴の温度上昇に使われる熱量(顕熱)を表し、第二項は蒸発に使われる熱量(潜熱)を表している。

これから油滴の温度変化を表す式が導かれ、次のようになる。

$$\frac{dT_t}{dt} = \frac{1}{m C_{rr}} \left(Q^* + L \frac{dm}{dt} \right) \quad \dots\dots\dots (15)$$

一方、油滴直径に関しては次式が成り立つ。

$$\frac{dD_t}{dt} = \frac{2}{\pi D_t^2 \rho_t} \left(\frac{dm}{dt} - \frac{\pi D_t^2}{6} \frac{d\rho_t}{dT_t} \frac{dT_t}{dt} \right) \quad \dots\dots\dots (16)$$

式(15)から $dT_t/dt = \text{一定}$ として蒸発速度定数 K を与える式を導くと次のようになる。

$$K = - \frac{dD_t^2}{dt} = \frac{4 \xi_T \lambda N_u}{\rho_t L} (T_2 - T_t) \quad \dots\dots\dots (17)$$

2. 3 物性値

前項の2. 1, 2. 2 で述べた基礎式を用いて、 n -ヘプタンの油滴が窒素ガス中で蒸発している場合について計算を行うが、計算に必要な物性値は文献⁽⁸⁾⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾から引用した。ここで用いた物性値の一例を図1に示す。

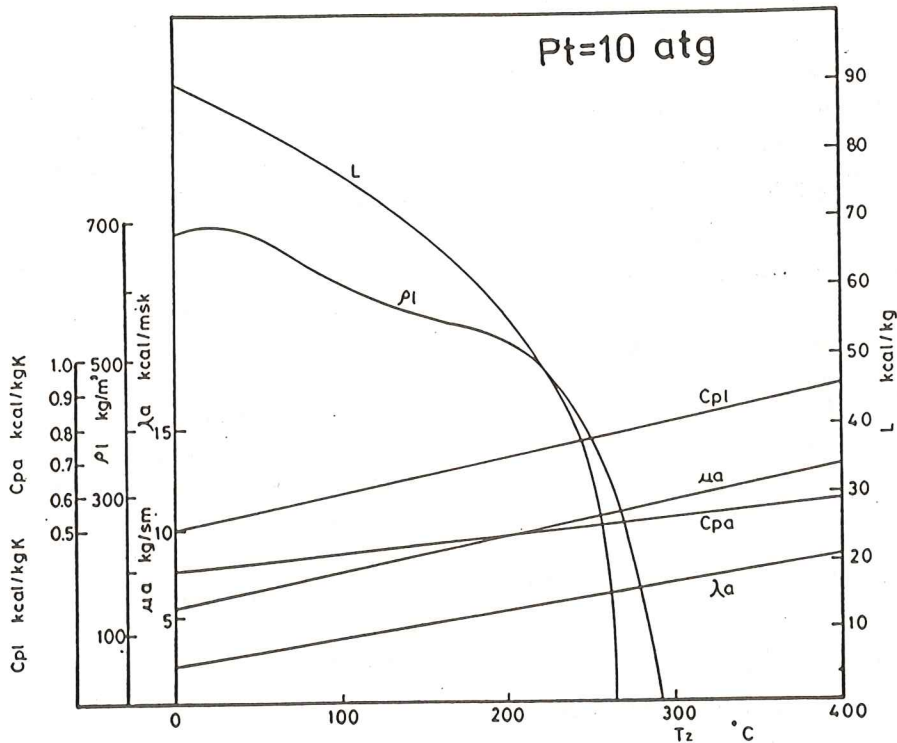


図1 物性値

(1) 密度 ρ

混合気密度 ρ_1 は理想気体の方程式により次式によって求める。

$$\rho_1 = \frac{M_1 P_1}{R T_1} \quad (18)$$

ここで M_1 , T_1 は次式で表される。

$$M_1 = \left(1 - \frac{P_{0A}}{2P_1}\right) M_B + \left(\frac{P_{0A}}{2P_1}\right) M_A \quad (19)$$

$$T_1 = \frac{T_t + T_2}{2} \quad (20)$$

油滴の密度 ρ_t は次式を使用する。

$$\begin{aligned} \rho_t = & \{ [(-6.313 \times 10^{-10} T_t \\ & + 6.227 \times 10^{-7}) T_t + 9.597 \\ & \times 10^{-6}] T_t - 1.985 \times 10^{-1} \} T_t \\ & + 7.459 \times 10 \} T_t - 7.587 \times 10^3 \quad (21) \end{aligned}$$

(2) 粘度 μ

Licht および Stechert が提案した次式⁽⁸⁾を用いる。

$$\mu = 6.30 \times 10^{-7} \left(\frac{M^2 P_t}{T_c} \right)^{1/6} \frac{T_t^{3/2}}{T_t + 0.8} \quad (22)$$

境界層における粘度 μ_1 は次式によって表される。

$$\mu_1 = \left(1 - \frac{P_{0A}}{2P_1}\right) \mu_B + \left(\frac{P_{0A}}{2P_1}\right) \mu_A \quad (23)$$

(3) 定圧比熱

物質Aおよび物質Bの気相における定圧比熱 C_{PA} , C_{PB} は次のように表される。

$$C_{PA} = 0.121 + 9.83 \times 10^{-4} T_1 \quad (24)$$

$$C_{PB} = 2.433 \times 10^{-1} + 4.593 \times 10^{-5} T_1 \quad (25)$$

境界層における定圧比熱 C_{P1} は次式で求める。

$$C_{P1} = \left(1 - \frac{P_{0A}}{2P_1}\right) \left(\frac{M_B}{M_1}\right) C_{PB} + \left(\frac{P_{0A}}{2P_1}\right) \left(\frac{M_A}{M_1}\right) C_{PA} \quad (26)$$

油滴の定圧比熱 C_{Pt} は次式で表される。

$$C_{Pt} = 0.231 + 1.012 \times 10^{-3} T_t \quad (27)$$

(4) 熱伝導率 λ

気相での熱伝導率は次式を用いて求める。

$$\lambda = \mu \left(C_p + \frac{2.48}{M} \right) \quad (28)$$

境界層における熱伝導率 λ_1 は次式で表される。

$$\lambda_1 = \left(1 - \frac{P_{0A}}{2P_1}\right) \lambda_B + \left(\frac{P_{0A}}{2P_1}\right) \lambda_A \quad (29)$$

(5) 蒸気圧 p

蒸気圧 p を求める式としては次に示す Antoine 式⁽⁵⁾を用いる。

$$\log p = A - \frac{B}{(T_t - 273.16) + C} \quad (30)$$

上式においてA, B, Cは物質に特定な定数であり, n-ヘプタンの場合はA=6.90027, B=1266.871, C=216.757である。ただし p の単位は mmHg である。

(6) 蒸発潜熱 L

蒸発潜熱 L は次式によって表される。

$$L = A(T_c - T_t)^B \quad (31)$$

上式においてA, Bは物質定数でありn-ヘプタンの場合はA=13.26, B=0.3436である。

(7) 拡散係数 D_v

任意温度 T_t K, 全圧 P_t atm における拡散係数 D_v は次式で求められる。

$$D_v = D_{v0} \left(\frac{T_t}{273.16} \right)^{1.833} \frac{1}{P_t} \quad (32)$$

上式の D_{v0} は 0°C, 1atm の時の拡散係数で次に示す藤田の式⁽⁶⁾によって求めた。

$$\begin{aligned} D_{v0} = & \frac{0.0007 T^{1.833}}{\left\{ \left(\frac{T_c}{P_c} \right)_A^{1/3} + \left(\frac{T_c}{P_c} \right)_B^{1/3} \right\}^3} \\ & \sqrt{\frac{1}{M_A} + \frac{1}{M_B}} \times 10^{-4} \quad (33) \end{aligned}$$

3 計算結果

前章の式(15), (16)が油滴温度 T_t と直径 D_t 及び dT_t/dt , dD_t/dt からなる非線形2元連立常微分方程式であるためRung-Kutter-Gill法を用いてパーソナルコンピュータPC9801でBASIC言語により計算を行った。油滴直径を1.8mmとし, また初期温度はその影響を調べたものを除き30°Cとして雰囲気温度 T_2 と圧力 P_t を変化させ油滴温度 T_t と直径の二乗(表面積相当)について解析した。油滴の寿命すなわち消滅点は油滴直径の二乗(表面積相当)が0.5mm²となる迄の時間とした。

これは計算式を導き出した後, 角田氏等の実験結果⁽⁶⁾と比較を行うため初期条件を等しくしたものである。

3.1 油滴の温度変化

図2は雰囲気圧力を10atg及び30atgと一定にして雰囲気温度を100, 300, 500°Cに変化させた場合の油滴の温度変化を示した図である。

図3は雰囲気温度を100, 300°Cと一定にして, 雰囲気圧力を0, 10, 30, 50atgに変化させた場合の油滴の温度変化を示した図である。

油滴の温度変化は雰囲気圧力および雰囲気温度を一定にして, それぞれ雰囲気温度, 雰囲気圧力を変化させた場合, 加熱開始直後, 油温は急激に上昇するが, しばらくするとその上昇率は鈍くなり, 平衡状態と

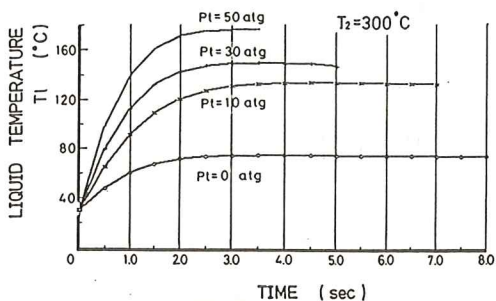
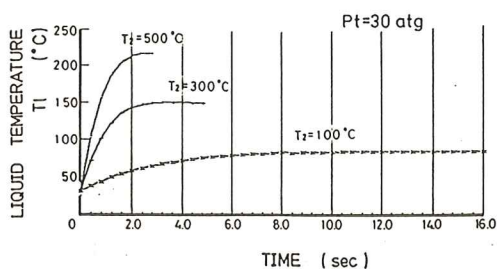
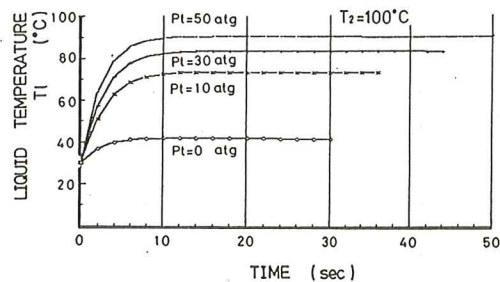
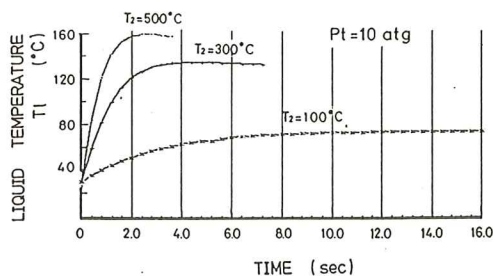


図2 油滴の温度変化 (雰囲気圧力一定)

図3 油滴の温度変化 (雰囲気温度一定)

なった後消滅する。

又、雰囲気圧力、温度の上昇とともに油滴の上昇率は高くなり、油滴温度も高くなる事が分かる。

図4は油滴の温度変化に及ぼす初期温度の影響を示した図である。

燃料温度すなわち初期油滴温度を変化させた場合、

雰囲気圧力 $P_t=10$ 及び 30 atg, 雰囲気温度 $T_2=300$ 及び 500°C の組合せの両方共に、それぞれある一定の温度に達して平衡状態となりやがて消滅する。この温度は蒸発潜熱と供給熱量とが等しくなり平衡状態になる温度であり、雰囲気圧力、温度において決まる値と思われる。

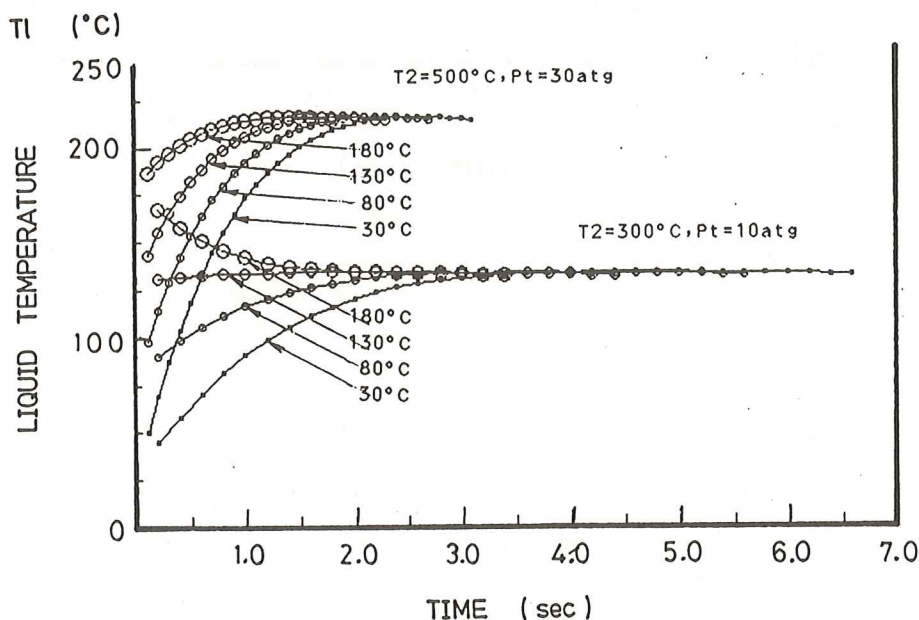


図4 油滴の温度変化—初期油滴温度の影響

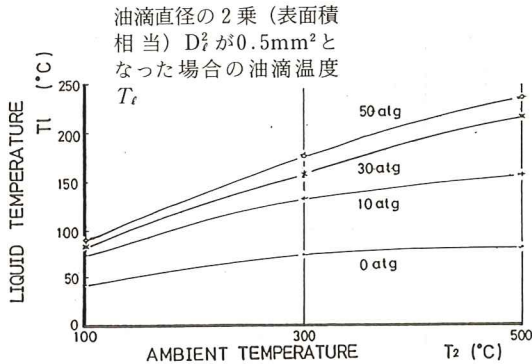


図5 油滴の最終温度

3.2 油滴の最終温度

図5は雰囲気温度の違いによる油滴の最終温度の変化を0, 10, 30, 50atgについて示したものである。

雰囲気温度、圧力の上昇とともに油滴最終温度は上昇している。

図6は油滴の温度変化に及ぼす油滴直径の影響を示したものである。

油滴直径を1.0~2.5mmの間に変化させても、油滴最終温度は雰囲気温度、圧力が一定であれば同一温度となる。

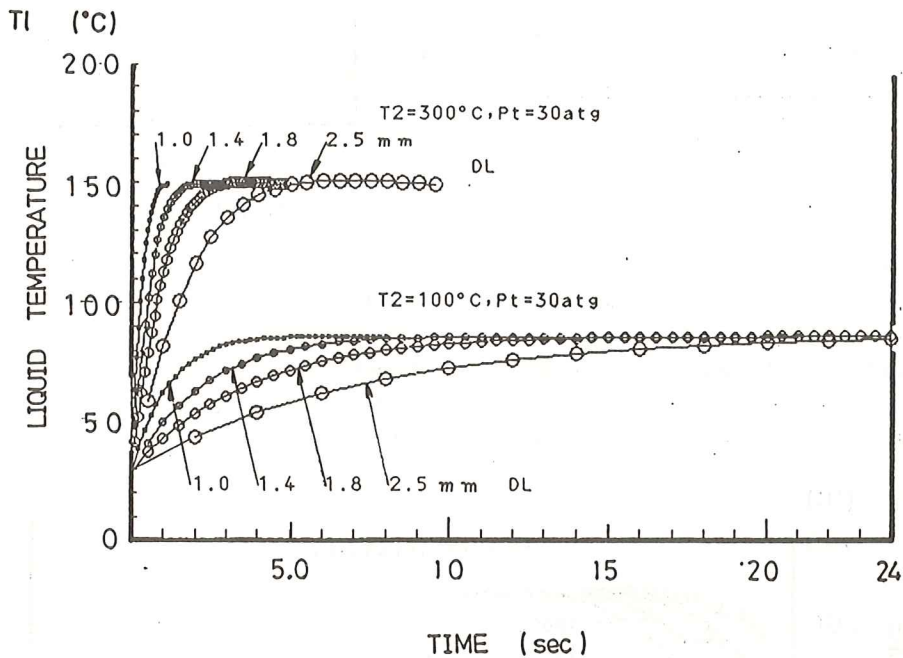


図6 油滴の温度変化—油滴直径の影響

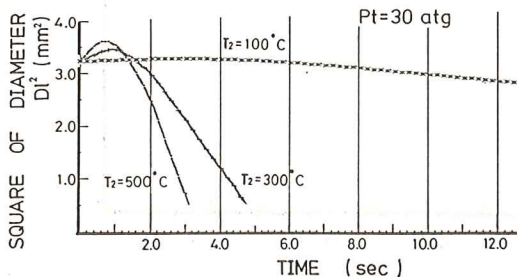


図7 蒸発曲線(雰囲気圧力一定)

3.3 蒸発曲線

図7は、雰囲気圧力を30atg一定として雰囲気温度を100, 300, 500°Cに変化させた場合の油滴直径の二乗と時間の関係を示したものである。

また、図8は雰囲気温度を一定として雰囲気圧力を0atgから50atgまで変化させた場合の、蒸発特性におよぼす雰囲気圧力の影響を示した。

図7, 図8より、蒸発初期において D_i^2 は凸の曲線となり、その後、緩やかに減少することが判る。また、ある時間を経過すると定常状態となり時間とともにほぼ直線的に減少して消滅に至る。なお

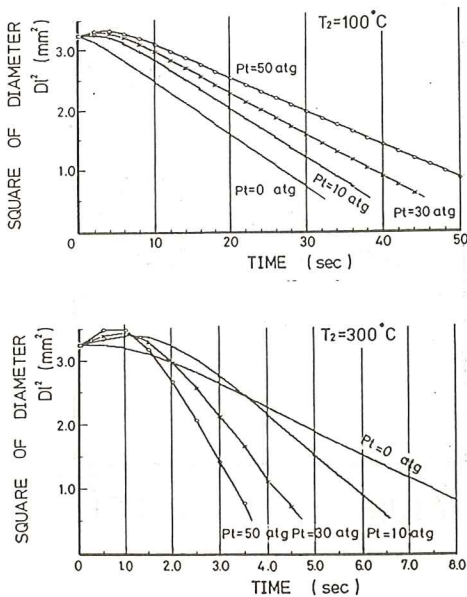


図8 蒸発曲線 (雰囲気温度一定)

蒸発初期の凸の曲線については、蒸発初期には蒸発速度が小さいので、油滴上昇による膨張の方が大きく効き雰囲気条件によっては油滴直径の二乗(表面積相当)の増大現象が生じたと思われる。

又、図7から判るように、雰囲気温度の上昇と共に蒸発速度は大きくなり、寿命時間は急速に短くなっている。

更に、図8から雰囲気温度が100°Cと比較的低い場合は、雰囲気圧力の上昇と共に蒸発は遅くなり、曲線の

傾きは小さくなっているのに対し、雰囲気温度が300°Cと比較的高い場合は逆の傾向を示し、雰囲気圧力の上昇と共に蒸発は返って早くなり、消滅する時間は短くなることが明らかとなった。

3.4 油滴の寿命

直径1.8mmの油滴が蒸発を開始してから消滅するまでの時間を油滴の寿命とし、油滴直径の二乗(表面積相当)が0.5mm²になる迄の時間を油滴寿命とした。

これは角田氏の実験値⁽⁶⁾と比較するため計算条件を合わせたものである。

図9は油滴寿命の曲線で、雰囲気圧力を変える場合の雰囲気温度と油滴寿命の関係を示したものである。

雰囲気圧力一定で雰囲気温度が上昇すると油滴寿命は短くなっている。また、高温雰囲気中では雰囲気圧力による油滴寿命の差は小さいが、低温雰囲気中においては雰囲気圧力の影響は大きくなり、油滴寿命の変化は大きいことが判る。

そして、雰囲気圧力が油滴寿命に及ぼす影響は、一様でなく雰囲気温度領域によって異なる。すなわち $T_2=150^{\circ}\text{C}$ 以上の高温雰囲気中では、雰囲気圧力の上昇とともに油滴寿命は短くなり、逆に $T_2=130^{\circ}\text{C}$ 以下では、雰囲気圧力の上昇とともに油滴寿命が長くなっている。

このようにある温度領域を境にして、その両側で雰囲気圧力の油滴寿命に及ぼす影響が全く逆になる。

n-ヘプタンの場合、この温度領域は約130°C~150°Cの付近であり、従ってこの温度付近では、雰囲気圧力が変化しても、ほとんど油滴寿命には変化がみられな

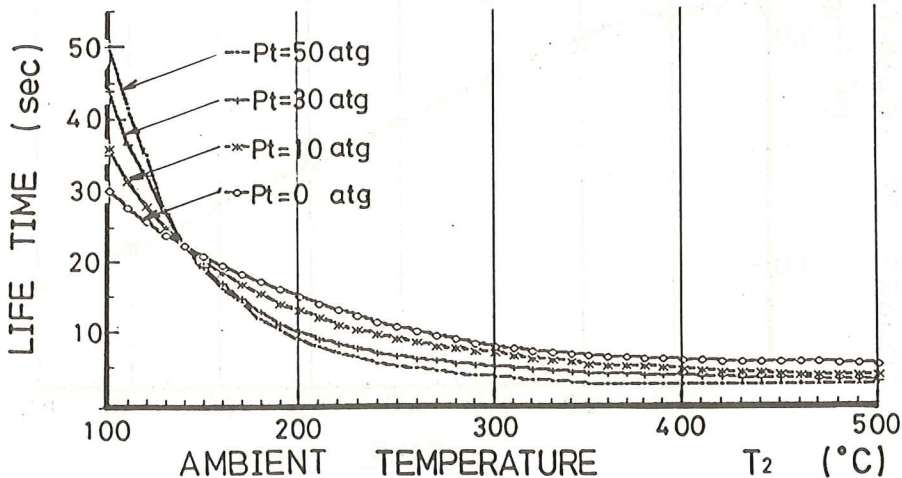


図9 油滴の寿命時間

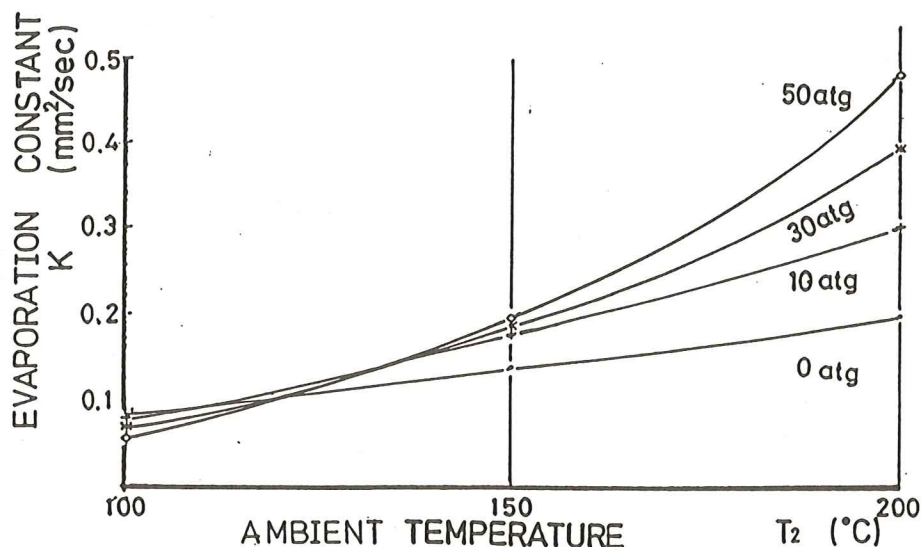


図10 蒸発率

いことが明らかになった。

3. 5 蒸発速度定数

図10に時間に対する油滴直径の二乗（表面積相当）の減少割合、いわゆる蒸発速度定数を示す。

雰囲気温度が上昇すると蒸発速度定数は高くなる。雰囲気圧力の影響は、雰囲気温度によって異なる。これについては、図9の油滴寿命の場合と同傾向を示している、すなわち、雰囲気温度領域の約130°C~150°C付近を境として雰囲気圧力の影響が逆転する。この温

度範囲よりも高温側においては、雰囲気圧力の上昇とともに蒸発速度定数は増大し、低温側においては減少する。そして、高温側において雰囲気圧力の影響が著しい。このように、蒸発速度定数と油滴寿命は密接な関係にあることがわかった。

3. 6 角田氏の実験値⁽⁶⁾との比較

角田氏等がn-ヘプタンで高温、高圧の気体中における単一液滴の蒸発の実験結果を発表しているので、これを借用して本研究における結果の妥当性を見るため、

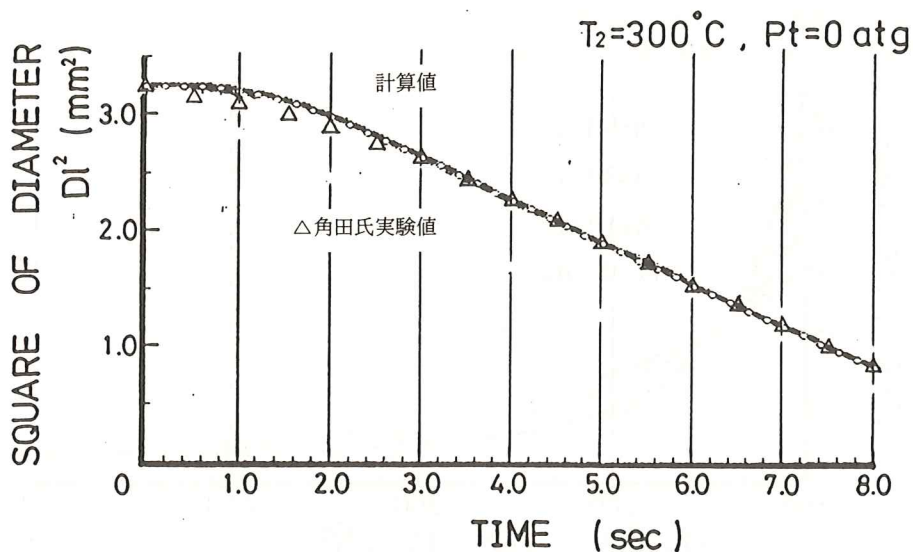


図11 実験値との比較

その比較を行った。

図11は、雰囲気温度 300°C 、雰囲気圧力 0atg の状態における油滴直径の二乗（表面積相当） D_d^2 の時間変化を角田氏等の実験値⁽⁹⁾と比較したグラフである。角田氏等の実験値と比較して、本研究の計算値は蒸発曲線の準定常初期蒸発期間での D_d^2 の大きさに多少ずれがあ

るものの定常蒸発期間では、ほぼ近似した曲線をたどっている事が分かった。

4. 逆転現象に関する考察

図9、10に示した油滴寿命の逆転現象を熱平衡式(10)

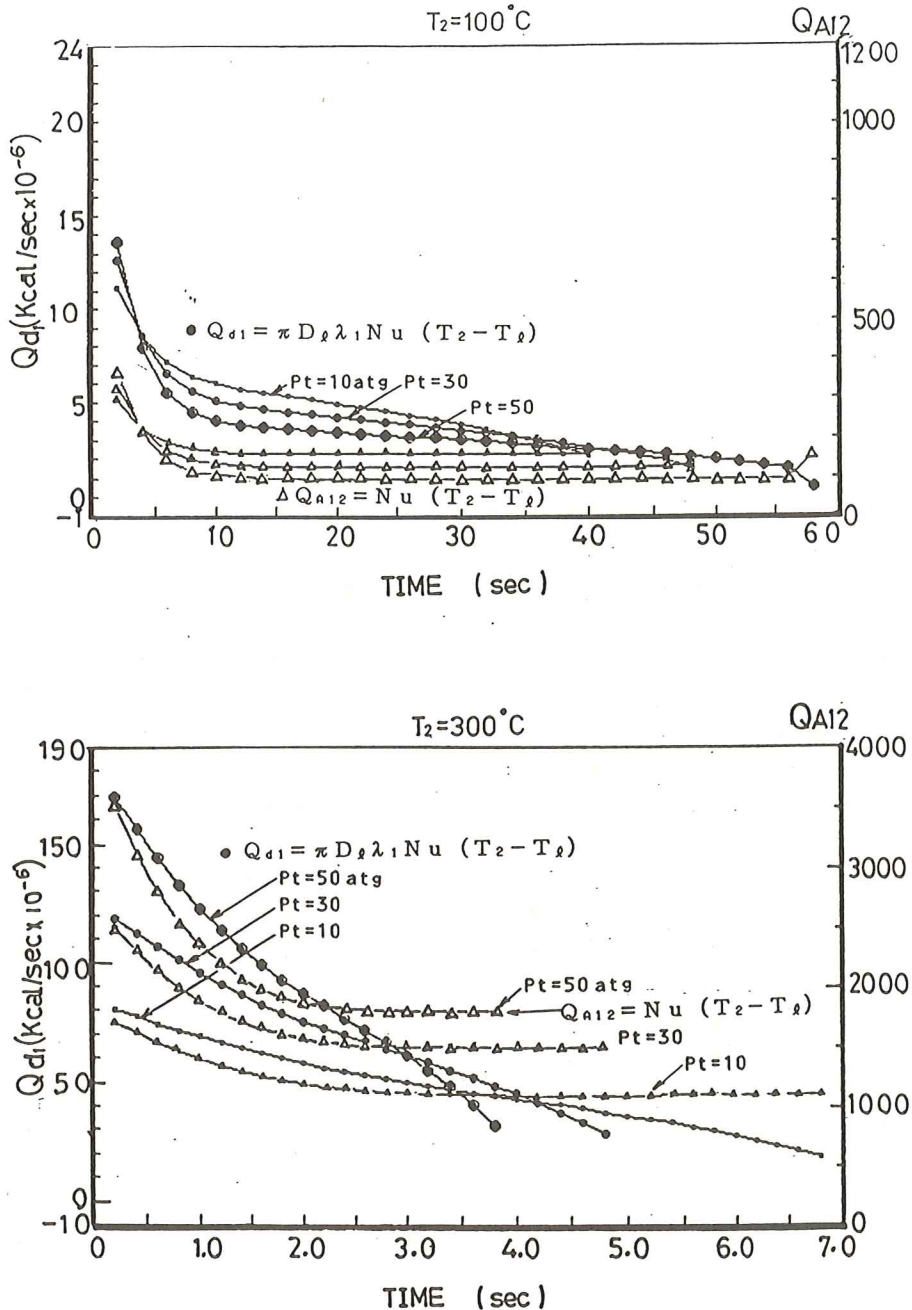


図12 逆転現象— Q_{d1} と Q_{d12}

および蒸発速度定数式(7)より要因分析を行った結果、図12に示すごとく、 $QA_{12}=Nu(T_2-T_f)$ が逆転現象の要因であることが分かった。これはヌセルト数に含まれる物性値の動粘度 μ_i 、密度 ρ_i 、定圧比熱 C_{p1} 、熱伝導率 λ_1 は T_2 が増加すると増大側に变化するが雰囲気圧力 P_f によっては逆転する値をとり得る事によると思われる。また、雰囲気温度が高いときに高圧の方が特に寿命が短いのは、強制対流により蒸発が非常に早くなり、物質伝達率に対する圧力の影響が大きく作用するためと考えられる。

5. あとがき

本研究では、純粋燃料のn-ヘプタンの単一油滴の蒸発特性について、雰囲気温度を100, 300, 500°Cまで、雰囲気圧力を0, 10, 30, 50atgまで変化させて、準定常および定常蒸発期間で油滴寿命、油滴温度、蒸発速度定数の数値解析を行った結果、次のような結論を得た。

- 1) 油滴温度 T_f は雰囲気温度、雰囲気圧力が高くなるほど高くなり、また上昇率も急激になる。
- 2) 油滴温度 T_f は初期油滴温度および初期油滴直径が変わっても同一雰囲気温度、雰囲気圧力であれば、ある一定の温度に達して同一温度で平衡状態となり、やがて油滴は消滅する。
- 3) 油滴の消滅すなわち蒸発は、雰囲気温度、圧力が高くなるほど蒸発速度は早くなり、寿命時間は急速に短くなる。雰囲気温度 $T_2=100^\circ\text{C}$ の場合雰囲気圧力 P_f の上昇と共に蒸発は遅くなり、油滴寿命は長くなっている。
しかし、 $T_2=300, 500^\circ\text{C}$ のときは、 P_f が高くなるにつれて逆に油滴寿命が短くなる。この逆転現象がみられる雰囲気温度の温度範囲は、 130°C から 150°C の間である。また、この温度範囲内では、雰囲気圧力に変化してもほとんど油滴寿命に影響がない。
- 4) 蒸発速度定数は雰囲気温度が上昇するとともに大きくなり、雰囲気圧力に関しては、 130°C から 150°C の間の雰囲気温度を境としてその影響が逆転する。その温度範囲より高温側においては、雰囲気圧力の上昇とともに蒸発率は増大し、低温側においては減少する。そして、高温側においては雰囲気圧力の影響が著しい。また、3) で述べた油滴寿命と同傾向を示している。
- 5) 逆転現象の原因として考えられるのは、ヌセルト

数 Nu と T_2-T_f の温度差の積であり、また高温、高圧時には、強制対流により蒸発が非常に早く物質伝達に対する圧力の影響が大きく作用していることが分かった。

- 6) 角田氏等の実験値⁽⁶⁾と本研究の計算値を比較した結果、蒸発初期では D_f^2 (表面積相当) の大きさの差が生じたが、そのあとではかなり良く一致した。またパーソナル・コンピュータにより純粋燃料の蒸発特性が解析できる事が分かった。

なお今後更に混合ガス物性値の数式化の精度を高めるよう改善すると共に、実際の燃焼器モデルへ応用して蒸発量の分布の計算、未蒸発量の計算を行い、排気微粒子の発生機構等の基礎的研究に役立てて、行きたいと考えている。

終わりに、本研究の遂行に当たり種々の御教示、助言を頂きました本学流体研の恒屋礼二郎教授に、深く感謝の意を表します。また、本研究の一部は昭和63年度本学機械工学科の卒業研究として実施されたもので、当時4年生の仙元美和、松室隆嗣、山本則夫の各氏に謝意を表します。尚、本研究は昭和63年度本学奨励教育研究費の一部を使用して行ったものである。

参考文献

- (1) 小林, 日本機械学会論文集 15巻52号 (昭24)
- (2) Godsave, G.A.E., Fourth Symposium on Combustion (1955)
- (3) Wise, H., Lorre, J. and Wood, B.J., Fourth Symposium on Combustion (1955)
- (4) Hottel, h.c., 他2名, Proc. 5th Symp. (Int.) on Comb., (1955), 101
- (5) 小竹進・岡崎卓郎, 日本機械学会論文集 34巻268号 (昭43-12), 2191
- (6) 角田・広安, 日本機械学会論文集 42巻356号 (昭51-4)
- (7) 広安・他3名, 日本機械学会論文集 40巻339号 (昭49-11)
- (8) 佐藤, 物性定数推算法 (昭52) 丸善株式会社
- (9) 日本機械学会, 流体の熱物性値集 (昭61) 社団法人日本機械学会
- (10) 化学工学協会編, 化学工学便覧 (昭51) 丸善株式会社

- | | |
|-----------------------------------------|---------------------------------------|
| (11) 日本機械学会, 伝熱工学資料 (昭61)
社団法人日本機械学会 | (14) 中束, マイコンによるデータ整理
培風館 |
| (12) 熊谷, 燃焼 (1980)
岩波書店 | (15) 石塚・斉藤, Multiplan ブック
アスキーブックス |
| (13) 斉藤, 数値伝熱学 (昭61)
株式会社養賢堂 | (16) 飯島, はじめて使う MS-Chart
技術評論社 |